



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 46 882.6

**Anmeldetag:** 08. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Sauer-Danfoss (Nordborg) A/S,  
Nordborg/DK

**Bezeichnung:** Leckagekompensierungsanordnung in  
einer Steuereinrichtung für ein vollhy-  
draulisches Lenksystem

**IPC:** B 62 D 5/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Dezember 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Wegner

DA1404

8. Okt. 2002  
AK/MH

Sauer-Danfoss (Nordborg) A/S  
DK-6430 Nordborg

Leckagekompensierungsanordnung in einer Steuereinrichtung  
für ein vollhydraulisches Lenksystem

Die Erfindung betrifft eine Leckagekompensierungsanordnung in einer Steuereinrichtung für ein vollhydraulisches Lenksystem mit einer Versorgungsanschlußanordnung, die einen Hochdruckanschluß und einen Niederdruckanschluß aufweist, einer Arbeitsanschlußanordnung, die zwei Arbeitsanschlüsse aufweist, einem Steuerabschnitt zwischen der Versorgungsanschlußanordnung und der Arbeitsanschlußanordnung, einem Steuerelement zur Betätigung des Steuerabschnitts, einem Lenkorgan und  
5 einem Hilfsfluidpfad mit einer Ventileinrichtung, durch den Hydraulikflüssigkeit zu- oder abführbar ist.  
10

Eine derartige Steuereinrichtung ist aus DE 40 42 151 A1 bekannt.

15

Bei einem vollhydraulischen Lenksystem besteht keine direkte mechanische Wirkverbindung zwischen dem Steuerelement, beispielsweise einem Lenkhandrad, und dem Lenkorgan, beispielsweise den gelenkten Rädern oder dem Ruder eines Schiffes. Die Ansteuerung des Lenkorgans erfolgt praktisch ausschließlich über eine hydraulische Flüssigkeit, die über den Steuerabschnitt einem Motor zugeführt wird. Der Steuerabschnitt steuert dabei zum einen die Richtung, in die das Lenkorgan bewegt wird. Diese Richtung wird durch die Bewegungsrichtung des Steuerelements vorgegeben. Zum anderen steuert der Steuerabschnitt in der Regel auch das Maß, wie weit das Lenkorgan bewegt wird.

Aufgrund von unvermeidlichen Toleranzen in der Steuereinrichtung, die erforderlich sind, damit sich in der Steuereinrichtung verschiedene Teile relativ zueinander bewegen können, entstehen innere Leckagen. Durch Zu- oder Abfluß von Hydraulikflüssigkeit verschiebt sich die Zuordnung von Steuerelement und Lenkorgan zueinander. Dies kann dazu führen, daß eine Stellung eines Lenkhandrades, die zu einem bestimmten Zeitpunkt einer Geradeausfahrt zugeordnet ist, später eine Kurvenfahrt bewirkt.

Dieser Fehlerfall wird zwar in der Regel von der Bedienungsperson, die die Steuereinrichtung nutzt, ausgeglichen. Eine derartige Bedienungsperson lenkt normalerweise nicht nach der Position des Steuerelements, sondern nach dem Gefühl. Dennoch möchte man eine gewisse Übereinstimmung zwischen der Position des Steuerelements und der Position des Lenkorgans haben und zwar insbesondere dann, wenn auf dem Steuerelement weitere

Betätigungselemente angeordnet sind, beispielsweise  
Schalter zum Einleiten weiterer Funktionen eines Fahr-  
zeugs, das mit der Steuereinrichtung gesteuert werden  
soll. Wenn sich diese Schalter aus dem Erfassungsbe-  
5 reich der Bedienungsperson herausbewegen, wird dies als  
störend empfunden.

Bei der aus DE 40 42 151 A1 bekannten Steuereinrichtung  
sind daher im Hilfsfluidpfad Ventile angeordnet, über  
10 die Hydraulikflüssigkeit zu- oder abgeführt werden  
kann. Zur Ansteuerung der Ventile ist eine Steuerung  
vorgesehen, die mit zwei Sensoren verbunden ist. Der  
eine Sensor überwacht die Stellung des Steuerelements.  
Der andere Sensor überwacht die Stellung des Lenkor-  
15 gans. Wenn beide Stellungen nicht miteinander korrelieren,  
wird ein Ventil betätigt, um Hydraulikflüssigkeit  
solange zu- oder abzuführen, bis die Übereinstimmung  
wieder erreicht ist. Diese Vorgehensweise hat sich zwar  
bewährt. Sie ist jedoch relativ aufwendig.

20 Eine ähnliche Steuereinrichtung ist aus US 5 267 628  
bekannt. Auch hier ist eine elektronische Lösung ge-  
zeigt, die in der Herstellung teuer und schwierig zu  
montieren ist.

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf einfache  
Weise eine Korrektur des Zusammenhangs zwischen der  
Stellung des Lenkelements und der Stellung des Lenkor-  
gans herstellen zu können.

30 Die Aufgabe wird bei einer Steuereinrichtung der ein-  
gangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Ventil-

einrichtung des Hilfsfluidpfades durch das Steuerelement betätigbar ist.

Man benötigt also keine zusätzlichen Hilfsmittel mehr,  
5 um die Ventileinrichtung zu betätigen und Hydraulik-  
flüssigkeit zu- oder abfließen zu lassen. Die Ventil-  
einrichtung wird vielmehr durch das Steuerelement betä-  
tigt, d.h. die Bedienungsperson, beispielsweise der  
10 Fahrer eines Fahrzeugs, hat es in der Hand, die Über-  
einstimmung von Steuerelement und Lenkorgan herbeizu-  
führen. Damit wird der zusätzliche Vorteil erreicht,  
daß eine derartige Korrektur tatsächlich von der Bedie-  
nungsperson ausgelöst wird, d.h. die Bedienungsperson  
15 kann das Fahrzeug auch in einem unkorrigierten Zustand  
belassen, wenn es nicht weiter stört. Andererseits kann  
die Bedienungsperson auch eine willentliche "Falsch-  
korrektur" vornehmen, wenn sie beispielsweise der Auf-  
fassung ist, daß eine andere Position des Steuerele-  
ments für sie günstiger ist. In diesem Fall muß sie le-  
20 diglich das Steuerelement betätigen und die Korrektur  
ausführen.

Vorzugsweise ermöglicht die Ventileinrichtung in einem  
vorbestimmten Betätigungsbereich des Steuerelements au-  
25 ßerhalb der Neutralstellung des Steuerelements eine  
Korrektur eines Zusammenhangs zwischen der Stellung des  
Steuerelements und der Stellung des Lenkorgans. Die  
Neutralstellung ist hierbei die Stellung, bei der das  
Lenkorgan nicht betätigt wird. Vereinfacht gesagt ist  
30 die Neutralstellung des Steuerelements die Stellung, in  
der das Fahrzeug geradeaus fährt. Man kann also eine  
Korrektur nur dann durchführen, wenn das Steuerelement  
ausgelenkt wird. Nur in diesem Fall wird die Ventilein-

richtung betätigt, beispielsweise werden durch die Ventileinrichtung einzelne Fluidpfade für die Hydraulikflüssigkeit freigegeben oder verschlossen.

- 5 Vorzugsweise unterbindet die Ventileinrichtung in einem vorbestimmten Betätigungsendbereich des Steuerelements eine Korrektur über den Hilfsfluidpfad. Dies gilt insbesondere bei Steuerelementen, die als Lenkhandräder ausgebildet sind. Hier hat das Lenkhandrad neben der
- 10 Betätigung des Steuerabschnitts zum Zwecke der Richtungsänderung des Fahrzeugs auch die Funktion, im Fehlerfall als Antrieb für die Notlenkpumpe zu dienen, die durch den Steuerabschnitt gebildet ist. In diesem Fall muß die Ventileinrichtung verhindern, daß Hydraulik-
- 15 flüssigkeit über den Hilfsfluidpfad zu- oder abgeführt wird. Die gesamte durch die Notlenkpumpe geförderte Menge an Hydraulikflüssigkeit muß für die Betätigung des Lenkorgans zur Verfügung stehen. Die Korrekturmöglichkeit durch die Ventileinrichtung im Hilfsfluidpfad
- 20 kann also auf einen relativ kleinen Bereich beschränkt werden, beispielsweise auf einen Bereich von 2 bis 8° bei Verwendung eines Lenkhandrades als Steuerelement, d.h. das Lenkhandrad wird so betätigt, daß sich z.B. ein innerer Steuerschieber gegenüber einem äußeren
- 25 Steuerschieber in einem Bereich von 2 bis 8° verdreht, so daß Hydraulikflüssigkeit zu- oder abfließen kann, um eine Übereinstimmung zwischen der Position des Steuerelements und der Position des Lenkorgans zu ermöglichen. Entsprechendes gilt bei der Verwendung anderer
- 30 Steuerelemente.

Vorzugsweise ist die Ventileinrichtung im Steuerabschnitt ausgebildet. Dies hält die Herstellungskosten

klein. Man kann im Steuerabschnitt ohne zusätzlichen Aufwand die notwendige Betätigung der Ventileinrichtung sicherstellen. Flüssigkeitspfade können leicht ausgebildet werden.

5

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß die Ventileinrichtung mindestens eine verstellbare Drosselanordnung im Steuerabschnitt aufweist. Im Steuerabschnitt gibt es ohnehin eine Reihe von Drosseln, die den Strom der Hydraulikflüssigkeit zwischen der Versorgungsanschlußanordnung und der Arbeitsanschlußanordnung steuern. Es ist nun leicht möglich, im Steuerabschnitt weitere Drosseln vorzusehen, die mit der Betätigung des Steuerabschnitts durch das Steuerelement den Hilfsfluidpfad  
10 öffnen oder schließen.  
15

Vorzugsweise weist der Steuerabschnitt ein Gehäuse, einen im Gehäuse drehbar gelagerten äußeren Drehschieber und einen im äußeren Drehschieber drehbar gelagerten  
20 inneren Drehschieber auf, wobei die Drosselanordnung zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber und/oder dem äußeren Drehschieber und dem Gehäuse ausgebildet ist. Ein Steuerabschnitt mit zwei Drehschiebern im Gehäuse ist bei vollhydraulischen Lenksystemen  
25 an sich bekannt. Der innere Drehschieber folgt dabei üblicherweise der Rotation des Lenkhandrades und die Rotation des inneren Drehschiebers wird über einen Federsatz auf den äußeren Drehschieber übertragen. Eine Kardanwelle überträgt die Rotation des äußeren Drehschiebers auf das innere Zahnrad eines Zahnratsatzes,  
30 der als Meßmotor dient. Damit kann eine Menge an Hydraulikflüssigkeit zum Lenkorgan gefördert werden, die der relativen Auslenkung des Steuerelements entspricht.

- Man kann nun auf einfache Weise zusätzliche Drosseln am inneren Drehschieber, am äußeren Drehschieber und am Gehäuse vorsehen, die den Hilfsfluidpfad steuern. Diese Drosseln können den Hilfsfluidpfad in einem relativ
- 5 kleinen Winkelbereich der Relativdrehung zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber öffnen, so daß in diesem Winkelbereich eine Korrektur der Positionen von Steuerelement und Lenkorgan möglich ist. Wenn die Drosseln zwischen dem äußeren Drehschieber und dem Gehäuse
- 10 ausgebildet sind, kann der Drehwinkel auch größer sein. In dem gesamten übrigen Drehwinkelbereich ist die Betätigung des Steuerelements aber ausschließlich darauf gerichtet, das Lenkorgan in die gewünschte Richtung auszulenken.
- 15
- Vorzugsweise weist die Drosselanordnung mehrere in Reihe geschaltete Drosseln auf. Damit lassen sich unterschiedliche Bauelemente zum Bilden der Drosseln verwenden. Man ist insbesondere nicht darauf angewiesen, sehr
- 20 feine Strukturen zu erzeugen. Wenn ein höherer Drosselwiderstand erforderlich ist, läßt sich das durch eine entsprechend aufgebaute Reihenschaltung ohne größere Schwierigkeiten realisieren.
- 25
- Vorzugsweise ist von den mehreren Drosseln mindestens eine als feste Drossel ausgebildet. Die feste Drossel begrenzt den Strom der Hydraulikflüssigkeit in den oder aus dem Hilfsfluidpfad. Sie kann austauschbar sein, so daß man den zulässigen oder maximal möglichen Strom an
- 30 bestimmte Einsatzzwecke einfach anpassen kann.

Vorzugsweise ist eine Drossel zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber und eine Drossel zwischen dem



- äußeren Drehschieber und dem Gehäuse angeordnet. Beispielsweise läßt sich dann die Drossel zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber verwenden, um für einen relativ kleinen Winkelbereich die Korrekturmöglichkeit zu eröffnen. Die Drossel zwischen dem äußeren Drehschieber und dem Gehäuse ermöglicht über eine längere Zeit einen Strom, der aber in der Größe stärker begrenzt ist.
- 10 Vorzugsweise weist der äußere Drehschieber für jede Drehrichtung eine Drosselnut auf, die sich über einen Teil seines Umfangs erstreckt und eine Überdeckung sowohl mit der Mündung eines Arbeitsanschlusses als auch mit der Mündung des Niederdruckanschlusses aufweist,
- 15 während der verbleibende Rest des Umfangs eine Hilfsnut aufweist, die seitlich zur Drosselnut versetzt ist und nur mit der Mündung des Arbeitsanschlusses in Überdeckung steht. Über den Teil des Umfangs, in dem die Drosselnut mit der Mündung des Arbeitsanschlusses und mit
- 20 der Mündung des Niederdruckanschlusses in Überdeckung steht, ist ein Flüssigkeitsstrom vom Arbeitsanschluß zum Niederdruckanschluß, beispielsweise einem Tankanschluß, möglich. Die Hilfsnut erzeugt dabei eine weitgehende Materialsymmetrie im äußeren Schieber. Neben
- 25 der Materialsymmetrie wird auch erreicht, daß die Druckverhältnisse um den Schieber herum annähernd gleichförmig sind. Hierbei ist zu beachten, daß natürlich für jede Drehrichtung eine Drosselnut vorgesehen ist, wobei die Drosselnuten für unterschiedliche Dreh-
- 30 richtungen in Axialrichtung des Drehschiebers gegeneinander versetzt sind.

Vorzugsweise umgibt eine Umfangsnut den äußeren Schieber, die mit dem Druck am Arbeitsanschluß versorgt ist. Die Umfangsnut trägt weiter zu einem Druckgleichgewicht über den äußeren Schieber bei. Dieses wiederum vermindert das Risiko, daß der äußere Schieber und der innere Schieber aufgrund einer Verformung des äußeren Schiebers klemmen. Ein Spiel zwischen dem äußeren Schieber und dem inneren Schieber kann dadurch klein gehalten werden, was wiederum die Gefahr von Leckagen verringert. Selbstverständlich kann für jede Drehrichtung eine eigene Umfangsnut vorgesehen sein.

Bevorzugterweise ist für jede Drehrichtung ein Vertiefungsbereich am Umfang des äußeren Drehschiebers vorgesehen, der von der Umfangsnut, der Drosselnut und der Hilfsnut umgeben ist, wobei ein Winkelbereich des äußeren Drehschiebers vorgesehen ist, in dem beide Vertiefungsbereiche eine Verbindung zwischen dem Niederdruckanschluß und den Arbeitsanschlüssen unterbrechen. In diesem Winkelbereich ist also eine Korrektur der Übereinstimmungen zwischen den Positionen von Steuerelement und Lenkorgan nicht möglich.

Vorzugsweise ist der Hilfsfluidpfad zwischen der Arbeitsanschlußanordnung und dem Niederdruckanschluß angeordnet. In diesem Fall erfolgt eine Korrektur der Übereinstimmung zwischen dem Steuerelement und dem Lenkorgan dadurch, daß Hydraulikflüssigkeit aus der Steuereinrichtung abfließen kann. Wenn die Bedienungsperson eine Korrektur durchführen will, dann betätigt sie das Steuerelement nur ein wenig, d.h. dreht das Lenkhandrad nur um einen kleinen Winkelbereich. Mit anderen Worten wird der innere Drehschieber gegenüber dem

äußeren Drehschieber um einen kleinen Winkelbereich verdreht, um die Korrektur durchzuführen. Um diese relative Drehung aufrecht zu erhalten, kann das Lenkhandrad laufend nachgeführt werden, so daß sich letztendlich in der Summe auch ein größerer Drehwinkel ergeben kann. Die Stellung des Lenkorgans ändert sich dadurch nicht. Die durch den Steuerabschnitt fließende Hydraulikflüssigkeit fließt über die Ventileinrichtung direkt zum Niederdruckanschluß ab. Dadurch kann man das Lenkhandrad allmählich in die gewünschte Position drehen, ohne daß gleichzeitig eine entsprechende Richtungsänderung des Fahrzeugs erfolgt. Die Korrektur kann auch während des Fahrens erfolgen. Wenn beim Fahren eine Richtungskorrektur erforderlich wird, ist es lediglich notwendig, das Lenkhandrad um einen kleinen Winkel weiterzudrehen, woraufhin das Lenkorgan sofort anspricht. Die Korrektur ist in diesem Fall zwar unterbrochen. Das Lenkverhalten des Fahrzeugs hat aber natürlicherweise eine höhere Priorität.

20 In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der Hilfsfluidpfad zwischen der Arbeitsanschlußanordnung und einem getrennt vom Niederdruckanschluß vorgesehenen Hilfs-Niederdruckanschluß angeordnet ist. Es ist also durchaus möglich, anstelle einer inneren Verbindung zum Niederdruckanschluß, beispielsweise dem Tankanschluß, eine äußere Verbindung unmittelbar zum Tank zu schalten. Die Funktion ist aber im übrigen die gleiche. Hydraulikflüssigkeit, die durch 30 den Steuerabschnitt gefördert wird, kann in einem kleinen Drehwinkelbereich des Lenkhandrades unmittelbar zum Tank abfließen, ohne das Lenkorgan zu betätigen.

Während die beiden eben genannten Alternativen eine passive Schlupfkompensierung bilden, ist in einer anderen bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, daß der Hilfsfluidpfad zwischen dem Hochdruckanschluß und der Arbeitsanschlußanordnung vorgesehen ist und den Steuerabschnitt überbrückt. In diesem Fall wird von dem Hochdruckanschluß zusätzliche Flüssigkeit zum Lenkorgan geleitet, wenn das Steuerelement betätigt wird. In diesem Fall erfolgt die Korrektur dadurch, daß das Lenkorgan dem Steuerelement nachgeführt wird.

Schließlich ist es auch möglich, daß einer der beiden Drehschieber eine Nockenordnung aufweist, die auf ein Ventil wirkt. Das Ventil kann hierbei als diskretes oder eingebautes Ventil ausgebildet sein. Beispielsweise ist die Verwendung eines Rückschlagventils möglich. Das Arbeitsprinzip bleibt aber das gleiche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 ein vollhydraulisches Lenksystem mit einer ersten Ausführungsform einer Steuereinrichtung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der Steuereinrichtung,

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der Steuereinrichtung,

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung von Drosselnuten,

Fig. 5 eine weitere Darstellung,

5

Fig. 6 eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Ventileinrichtung und

Fig. 7 eine schematische Darstellung des Öffnungsverlaufs einiger Drosseln.

10

Fig. 1 zeigt ein vollhydraulisches Lenksystem 1 mit einem Steuerelement, das hier als Lenkhandrad 2 ausgebildet ist, einem Lenkorgan, das hier als Lenkmotor 3 ausgebildet ist, und einer Steuereinrichtung S. Die Steuereinrichtung S weist eine Arbeitsanschlusßanordnung mit zwei Arbeitsanschlüssen CL, CR auf, die mit dem Lenkmotor 3 verbunden sind. Über die Arbeitsanschlüsse CL, CR erhält der Lenkmotor 3 in Abhängigkeit von der gewünschten Richtung und Auslenkung eine bestimmte Menge von Hydraulikflüssigkeit.

15

20

Ferner weist die Steuereinrichtung S eine Versorgungsanschlusßanordnung mit einem Hochdruckanschluß P und einem Niederdruckanschluß T auf. Der Hochdruckanschluß P steht über ein Prioritätsventil PV mit einer Pumpe 4 in Verbindung. Der Niederdruckanschluß T steht mit einem Tank 5 in Verbindung. Der Hochdruckanschluß P wird dementsprechend gelegentlich auch als "Pumpenanschluß" und der Niederdruckanschluß T auch als "Tankanschluß" bezeichnet.

25

30

Das Lenkhandrad 2 ist über eine Welle 6 mit einem Steuerabschnitt der Steuereinrichtung S verbunden, die einen Meßmotor M und einen in Fig. 1 nicht näher dargestellten Schiebersatz mit einem inneren Drehschieber, einem äußeren Drehschieber und einem Gehäuse aufweist, wobei durch das Zusammenwirken der beiden Drehschieber und des Gehäuses Drosseln A1 bis A7, Ad ausgebildet sind.

Die Drosseln A1 bis A5 und Ad sind an sich bekannt. In der Neutralstellung sind die Drosseln A1, A2, A3, A4 und A5 geschlossen. Ad ist in der Neutralstellung geöffnet in Richtung Tank 5. Wenn das Lenkhandrad 2 gedreht wird, erfolgt eine relative Drehung zwischen dem inneren und dem äußeren Schieber. Dadurch wird Ad geschlossen und die übrigen Drosseln werden allmählich geöffnet, abhängig u.a. von der Lenkgeschwindigkeit.

Aufgrund des erforderlichen Spiels zwischen den inneren beweglichen Teilen der Steuereinrichtung S entstehen innere Leckagewege, die bei der Lenkung über der Zeit eine geänderte Position des Lenkhandrades 2 bei gegebener Position des Lenkmotors 3 bewirken.

Man möchte nun bewirken, daß innerhalb gewisser Toleranzen eine bestimmte Lenkhandradposition bei konstanter Lenkrichtung, z.B. Geradeausfahrt, erreicht werden kann.

Um dies zu ermöglichen, sind zusätzlich zwei variable Drosseln A6, A7 und eine feste Drossel B vorgesehen in einer Verbindung zwischen der Arbeitsanschlußanordnung CL, CR und dem Niederdruckanschluß T. Die Drosseln A6,

A7 und B liegen in Reihe. Die Drossel A7 stellt sicher, daß eine Verbindung von der Arbeitsanschlußanordnung CL, CR nur dann vorhanden ist, wenn das Lenkhandrad 2 gedreht wird, d.h. wenn der innere Schieber im Verhältnis zum äußeren Schieber nicht in der Neutralstellung steht. Die Drossel A7 unterbricht die Verbindung zum Tank allerdings wieder, wenn der innere Drehschieber im Verhältnis zum äußeren Drehschieber weitergedreht worden ist, insbesondere in die Endposition, um zu vermeiden, daß die Notlenkeigenschaften der Steuereinrichtung beeinträchtigt werden. Die Drossel A6 wird physikalisch zwischen dem äußeren Drehschieber und dem umgebenden Gehäuse erzeugt.

15 Dies soll anhand von Fig. 6 näher erläutert werden. Fig. 6 zeigt ein Gehäuse H, einen inneren Drehschieber I und einen äußeren Drehschieber Y. Im inneren Drehschieber I ist eine Bohrung 7 vorgesehen, die in der in Fig. 6a gezeigten Neutralstellung zwischen dem inneren Drehschieber I und dem äußeren Drehschieber Y vom äußeren Drehschieber Y abgedeckt ist.

Der äußere Drehschieber Y weist eine Bohrung 8 auf, die in der in Fig. 6a dargestellten Drehstellung mit einer Ausnehmung L im Gehäuse H in Überdeckung steht. Diese Ausnehmung L ist über einen Gehäusekanal 9 mit einer Bohrung 10 verbunden, die in eine am Umfang des äußeren Drehschiebers Y ausgebildete Drosselnut S1R mündet, wenn der äußere Drehschieber Y in der in Fig. 6a dargestellten Neutralstellung steht.

Das Innere des inneren Drehschiebers I steht mit dem Niederdruckanschluß T in Verbindung, was durch den Buchstaben T im Inneren angedeutet sein soll.

5 Fig. 6b zeigt nun eine Situation, wo der innere Drehschieber I gegenüber dem äußeren Drehschieber Y um einen kleinen Winkelbereich im Uhrzeigersinn verdreht worden ist. Dementsprechend ist die Bohrung 7 im inneren Drehschieber I in Überdeckung gekommen mit der Boh-  
10 rung 8 auf dem äußeren Drehschieber Y. Es besteht eine Verbindung zwischen dem Niederdruckanschluß T und der Drosselnut S1R. Von der Drosselnut S1R kann dementsprechend Hydraulikflüssigkeit zum Niederdruckanschluß T abfließen. In dieser relativen Drehstellung von innerem  
15 Drehschieber I und äußerem Drehschieber Y kann nun Hydraulikflüssigkeit, die von der Pumpe 4 durch die Drosseln A1-A4 und den Meßabschnitt M gefördert wird, zum Niederdruckanschluß T abfließen, d.h. das Lenkhandrad 2 kann unter Beibehaltung der relativen Positionen vom  
20 inneren Drehschieber I und äußerem Drehschieber Y weitergedreht werden, ohne daß der Lenkmotor 3 betätigt wird.

Wenn nun der innere Drehschieber I gegenüber dem äußeren Drehschieber Y noch weiter verdreht wird, dann  
25 kommt die im inneren Drehschieber I ausgebildete Bohrung 7 in einen Winkelbereich, wo sie nicht mehr in Überdeckung mit der im äußeren Drehschieber Y ausgebildeten Bohrung 8 steht. In diesem Fall ist die Verbindung zwischen der Drosselnut S1R und dem Niederdruck-  
30 anschluß T wieder unterbrochen, d.h. in dieser Drehwinkelposition ist die normale Lenkfunktion gewährleistet. Bei einer Betätigung des Lenkhandrades erfolgt die ge-



wünschte Richtungsänderung des Fahrzeugs, weil der Lenkmotor 3 entsprechend betätigt wird.

Die Winkelbereiche sind hier übertrieben groß dargestellt. Eine Korrekturmöglichkeit besteht beispielsweise nur in einem Bereich von 2 bis 8° einer Relativdrehung zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber, d.h. wenn das Lenkhandrad 2 eine größere relative Verdrehung einstellt, dann ist eine Korrektur nicht möglich. Die Bedienungsperson benötigt zwar etwas Fingerspitzengefühl, um eine Korrektur zu bewirken. Letztendlich kommt es u.a. darauf an, mit welcher Geschwindigkeit das Lenkhandrad 2 bewegt wird. Bei einer kleinen Auslenkung des Lenkhandrads 2, die die Drossel A7 (Übereinstimmung zwischen den Bohrungen 7, 8) öffnet, ist eine Weiterbewegung des Lenkhandrades 2 mit einer geringen Geschwindigkeit möglich, um die Korrektur zu bewirken.

Dadurch, daß die Drossel A7 die Verbindung zum Niederdruckanschluß T wieder unterbricht, wenn der innere Drehschieber im Verhältnis zum äußeren Drehschieber weitergedreht worden ist, wird vermieden, daß die Notlenkeigenschaften der Steuereinrichtung S beeinträchtigt werden.

Die Drossel A6 wird physikalisch zwischen dem äußeren Schieber Y und dem Gehäuse H gebildet und zwar durch das Zusammenwirken der Drosselnut S1R mit der Bohrung 10. Natürlich ist für die entsprechend andere Lenkrichtung eine entsprechende Drosselnut S1L am Umfang des äußeren Drehschiebers Y angeordnet. Diese Drosselnut S1L ist in Fig. 6 zwar in der gleichen Ebene darge-

stellt. Tatsächlich ist diese Drosselnut aber in Axialrichtung des äußeren Drehschiebers Y versetzt, wie später anhand von Fig. 4 und 5 erläutert werden soll.

- 5 Die Drossel B kann in die Drossel A6 integriert sein. Man kann sie aber auch durch einen Einsatz im äußeren Drehschieber Y bilden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn man unterschiedlich große Drosseln B für verschiedene Einsatzzwecke verwenden will. Die Drossel  
10 B weist einen konstanten Durchlaßbereich auf. Sie begrenzt den Flüssigkeitsstrom an der Arbeitsanschlußanordnung CL, CR zum Niederdruckanschluß T.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform handelt  
15 es sich um eine "passive" Kompensierung, bei der Hydraulikflüssigkeit über einen Hilfsfluidpfad 12, der die Drosseln A6, A7, B enthält, von der Arbeitsanschlußanordnung CL, CR zum Niederdruckanschluß T abgeführt wird.

20

- Fig. 2 zeigt eine abgeänderte Ausführungsform, bei der eine ähnliche Anordnung vorgesehen ist, d.h. ebenfalls eine passive Kompensierung. Die Ausgestaltung nach Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausgestaltung nach Fig. 1  
25 dadurch, daß ein Hilfs-Niederdruckanschluß T' vorgesehen ist, d.h. die Drosseln A6, A7 liegen in einer äußeren Tankverbindung. Im übrigen bleibt das Funktionsprinzip aber unverändert. In dieser Ausführungsform muß die Drossel A7 nicht unbedingt in der Steuereinheit integriert sein. Sie kann auch ersetzt werden durch eine  
30 Einheit, die eine Kompensierung nur bei Geradeausfahrt ermöglicht, z.B. ein Sensor am Lenkmotor, der ein Ventil öffnet, oder ähnliches.

Fig. 3 zeigt eine Ausgestaltung mit einer "aktiven" Kompensierung. Auch hier sind wieder Drosseln A6, A7 vorgesehen, die durch das Zusammenwirken von innerem Drehschieber I, äußerem Drehschieber Y und Gehäuse H realisiert werden. Allerdings ist der Hilfsfluidpfad 12 zwischen der Arbeitsanschlußanordnung CL, CR und einem Punkt zwischen den beiden Drosseln A1, A2 vorgesehen. Er überbrückt damit den Steuerabschnitt mit den Drosseln A2, A3, A4 und dem Meßabschnitt M. Eine feste Drossel B ist hier unter Umständen entbehrlich. Auch in den beiden Ausgestaltungen nach den Fig. 1 und 2 kann man unter Umständen auf die feste Drossel B verzichten.

Bei der Ausgestaltung nach Fig. 3 läßt sich durch eine kleine Drehung des Lenkhandrades 2 eine Bewegung des Lenkmotors 3 erreichen. Im Normalfall würde einer vorbestimmten Umdrehung des Lenkhandrades auch eine vorbestimmte Auslenkung des Lenkmotors entsprechen. Dies wird durch den Hilfsfluidpfad 12 mit den Drosseln A6, A7 geändert. Man könnte im Grunde den Lenkmotor 3 durch die Korrekturbewegung des Lenkhandrads 2 beliebig verstellen.

Fig. 4 zeigt eine Abwicklung des äußeren Drehschiebers Y gegenüber entsprechenden Bereichen des Gehäuses H. Dargestellt sind allerdings nur die Nuten, die zur Erläuterung der Drosseln A6, A7 erforderlich sind. Alle anderen Nuten, die zur Bildung der Drosseln A1-A5, A4 vorgesehen sind, sind aus Gründen der Übersicht weggelassen. Es sind auch nur die Nuten eingezeichnet, die für eine Auslenkung nach rechts vorgesehen sind. Lediglich zur Orientierung ist auch die Drosselnut S1L ein-

gezeichnet, die für die entsprechende Auslenkung nach links vorgesehen ist.

- 5 Neben der Drosselnut S1R, die eine Überdeckung mit dem Niederdruckanschluß T über eine Niederdrucköffnung TR und mit dem Arbeitsanschluß CR ermöglicht, ist eine Hilfsnut S2R vorgesehen, die den restlichen Umfang des äußeren Schiebers Y umgibt. Dies ist auch noch aus Fig. 5 ersichtlich. Während die Drosselnut S1R eine
- 10 Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß CR und dem Niederdruckanschluß T bewirkt, erstreckt sich die Hilfsnut S2R in Axialrichtung lediglich so weit, daß sie nur mit dem Arbeitsanschluß TR in Überdeckung kommt. Wenn also der äußere Drehschieber Y so verdreht worden ist, daß
- 15 die Drosselnut S1R nicht mehr mit dem Anschluß TR in Überdeckung steht, ist die Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß CR und dem Niederdruckanschluß T unterbrochen.
- 20 Es ist eine weitere Umfangsnut S3R vorgesehen, die lediglich mit dem Niederdruckanschluß TR in Überdeckung steht. Diese Umfangsnut S3R steht mit der Drosselnut S1R in Verbindung. Sie erzeugt also ein Druckgleichgewicht. Schließlich ist ein Vertiefungsbereich LR vorgesehen, der von der Drosselnut S1R, der Hilfsnut S2R und
- 25 der Umfangsnut S3R umgeben ist. Wie aus Fig. 5 zu erkennen ist, gibt es keine Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluß CR und TR, also der Niederdruckanschluß T, wenn der Vertiefungsbereich LR mit der Bohrung TR in
- 30 Überdeckung steht.

Auch für die entgegengesetzte Drehrichtung ist ein entsprechender Vertiefungsbereich LL vorgesehen, wobei die

gegenseitige Plazierung der beiden Vertiefungsbereiche LR und LL so gewählt ist, daß sie einen gemeinsamen Winkelbereich haben, wo beide gleichzeitig ihre jeweilige Niederdruckverbindung TR bzw. TL schließen.

5

Man kann nun die Drosselwirkung der Drossel A7 an die Auslaßdrossel A4 anpassen. Dadurch kann ein konstanter Verstärkungsfaktor in der Kompensierungsperiode jedenfalls angenähert erreicht werden. Die Kompensierungsperiode erfolgt dann, wenn eine Öffnung durch die Drossel A6 vorhanden ist. Diese wird von der absoluten Position des äußeren Schiebers Y im Gehäuse H bestimmt.

10  
Somit kann das Lenkhandrad 2 bei kleinen Korrekturen zu der gewünschten Position bei konstanter Lenkrichtung, z.B. Geradeausfahrt, wandern.

Fig. 7 zeigt schematisch den Verlauf der Größen der Drosseln A1 bis A5, Ad und A7, also der Drosseln, die zwischen dem inneren Drehschieber und dem äußeren Drehschieber ausgebildet sind. Nach rechts ist die Relativdrehung zwischen den beiden Drehschiebern in Grad und nach oben ist der Durchlaßbereich in  $\text{mm}^2$  aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß die Drossel A7 nur in einem kleinen Bereich der Relativdrehung von  $2^\circ$  bis  $8^\circ$  öffnet, also im Grunde bevor die anderen Drosseln A1 bis A5 eine "voll" wirkende Öffnungsgröße erreicht haben. Die Drossel Ad schließt etwa mit dem Beginn der Öffnung der Drossel A7. Eine kleine Überlappung ist möglich.

20  
25  
30 Die Drossel A7 öffnet etwa gleichzeitig mit den Drosseln A1 und A5.

Patentansprüche

1. Leckagekompensierungsanordnung in einer Steuereinrichtung für ein vollhydraulisches Lenksystem mit einer Versorgungsanschlußanordnung, die einen Hochdruckanschluß und einen Niederdruckanschluß aufweist, einer Arbeitsanschlußanordnung, die zwei Arbeitsanschlüsse aufweist, einem Steuerabschnitt zwischen der Versorgungsanschlußanordnung und der Arbeitsanschlußanordnung, einem Steuerelement zur Betätigung des Steuerabschnitts, einem Lenkorgan und einem Hilfsfluidpfad mit einer Ventileinrichtung, durch den Hydraulikflüssigkeit zu- oder abführbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) des Hilfsfluidpfades (12) durch das Steuerelement (2) betätigbar ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) in einem vorbestimmten Betätigungsbereich des Steuerelements (2)

außerhalb der Neutralstellung des Steuerelements (2) eine Korrektur eines Zusammenhangs zwischen der Stellung des Steuerelements (2) und der Stellung des Lenkorgans (3) ermöglicht.

5

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) in einem vorbestimmten Betätigungsendbereich des Steuerelements (2) eine Korrektur über den Hilfsfluidpfad (12) unterbindet.

10

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) im Steuerabschnitt ausgebildet ist.

15

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) mindestens eine verstellbare Drosselanordnung im Steuerabschnitt aufweist.

20

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerabschnitt ein Gehäuse (H), einen im Gehäuse drehbar gelagerten äußeren Drehschieber (Y) und einen im äußeren Drehschieber drehbar gelagerten inneren Drehschieber (I) aufweist, wobei die Drosselanordnung (A6, A7) zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber und/oder dem äußeren Drehschieber (Y) und dem Gehäuse (H) ausgebildet ist.

25

- 30 7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselanordnung mehrere in Reihe geschaltete Drosseln (A6, A7, B) aufweist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß von den mehreren Drosseln (A6, A7, B) mindestens eine als feste Drossel (B) ausgebildet ist.
- 5 9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drossel (A7) zwischen dem inneren und dem äußeren Drehschieber (I, Y) und eine Drossel (A6) zwischen dem äußeren Drehschieber (Y) und dem Gehäuse (H) angeordnet ist.
- 10 10. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Drehschieber (Y) für jede Drehrichtung eine Drosselnut (S1R, S1L) aufweist, die sich über einen Teil seines Umfangs erstreckt und eine Überdeckung sowohl mit der Mündung eines Arbeitsanschlusses (CR, CL) als auch mit der Mündung des Niederdruckanschlusses (TR, TL) aufweist, während der verbleibende Rest des Umfangs eine Hilfsnut (S2R, S2L) aufweist, die seitlich zur Drosselnut (S1R, S1L) versetzt ist und nur mit der Mündung des Arbeitsanschlusses (CR, CL) in Überdeckung steht.
- 15 20 11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umfangsnut (S3R, S3L) den äußeren Schieber (Y) umgibt, die mit dem Druck am Arbeitsanschluß (CL, CR) versorgt ist.
- 25 12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Drehrichtung ein Vertiefungsbereich (LR, LL) am Umfang des äußeren Drehschiebers (Y) vorgesehen ist, der von der Umfangsnut (S3R, S3L), der Drosselnut (S1R, S1L) und der Hilfsnut (S2R,
- 30



S2L) umgeben ist, wobei ein Winkelbereich des äußeren Drehschiebers (Y) vorgesehen ist, in dem beide Vertiefungsbereiche (LR, LL) eine Verbindung zwischen dem Niederdruckanschluß (TR, TL) und den Arbeitsanschlüssen (CR, CL) unterbrechen.

- 10 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsfluidpfad (12) zwischen der Arbeitsanschlußanordnung (CL, CR) und dem Niederdruckanschluß (T) angeordnet ist.
- 15 14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsfluidpfad (12) zwischen der Arbeitsanschlußanordnung (CL, CR) und einem getrennt vom Niederdruckanschluß (T) vorgesehenen Hilfs-Niederdruckanschluß (T') angeordnet ist.
- 20 15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsfluidpfad (12) zwischen dem Hochdruckanschluß und der Arbeitsanschlußanordnung (CR, CL) vorgesehen ist und den Steuerabschnitt überbrückt.
- 25 16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung mindestens ein diskret ausgebildetes Ventil aufweist, das durch das Steuerelement (2) betätigbar ist.
- 30 17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Drehschieber eine Nockenordnung aufweist, die auf ein Ventil wirkt.

### Zusammenfassung

Es wird eine Leckagekompensierungsanordnung in einer Steuereinrichtung (S) für ein vollhydraulisches Lenksystem (1) angegeben mit einer Versorgungsanschlußanordnung, die einen Hochdruckanschluß (P) und einen Niederdruckanschluß (T) aufweist, einer Arbeitsanschlußanordnung, die zwei Arbeitsanschlüsse (CL, CR) aufweist, einem Steuerabschnitt zwischen der Versorgungsanschlußanordnung (P, T) und der Arbeitsanschlußanordnung (CL, CR), einem Steuerelement (2) zur Betätigung des Steuerabschnitts, einem Lenkorgan (3) und einem Hilfsfluidpfad (12) mit einer Ventileinrichtung (A6, A7), durch den Hydraulikflüssigkeit zu- oder abführbar ist.

Man möchte auf einfache Weise eine Korrektur des Zusammenhangs zwischen der Stellung des Lenkelements und der Stellung des Lenkorgans herstellen können.

Hierzu ist vorgesehen, daß die Ventileinrichtung (A6, A7) des Hilfsfluidpfades (12) durch das Steuerelement (2) betätigbar ist.

Fig. 1

Fig.1

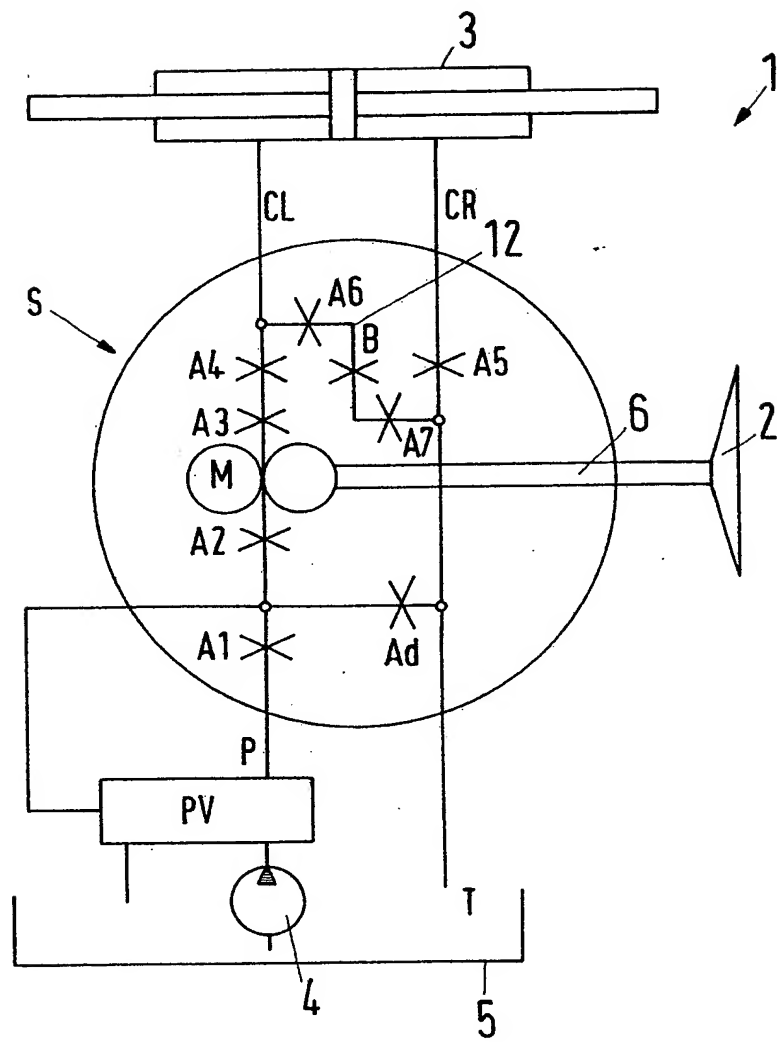


Fig.2

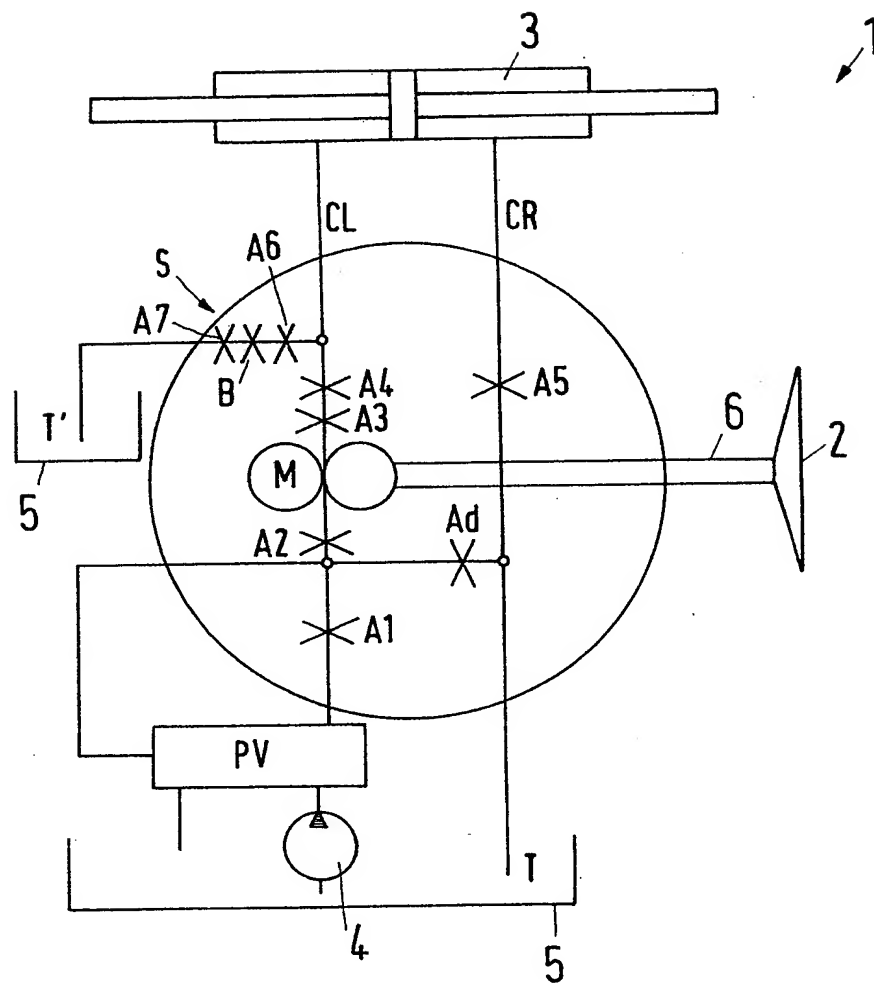


Fig.3

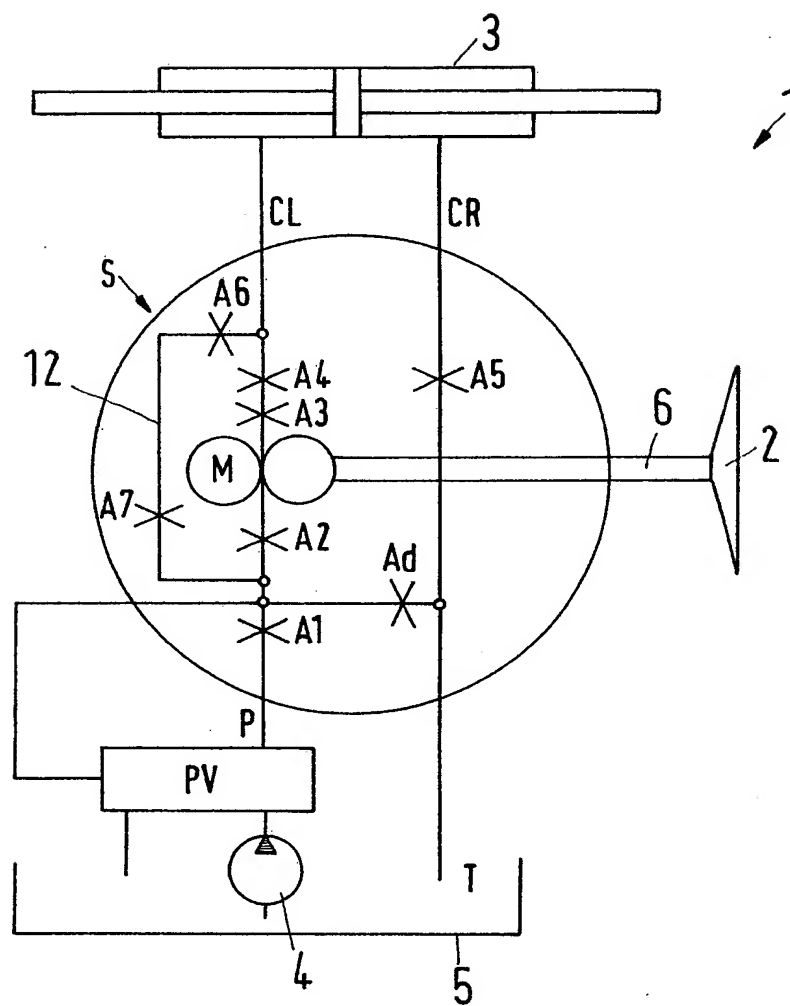


Fig.4

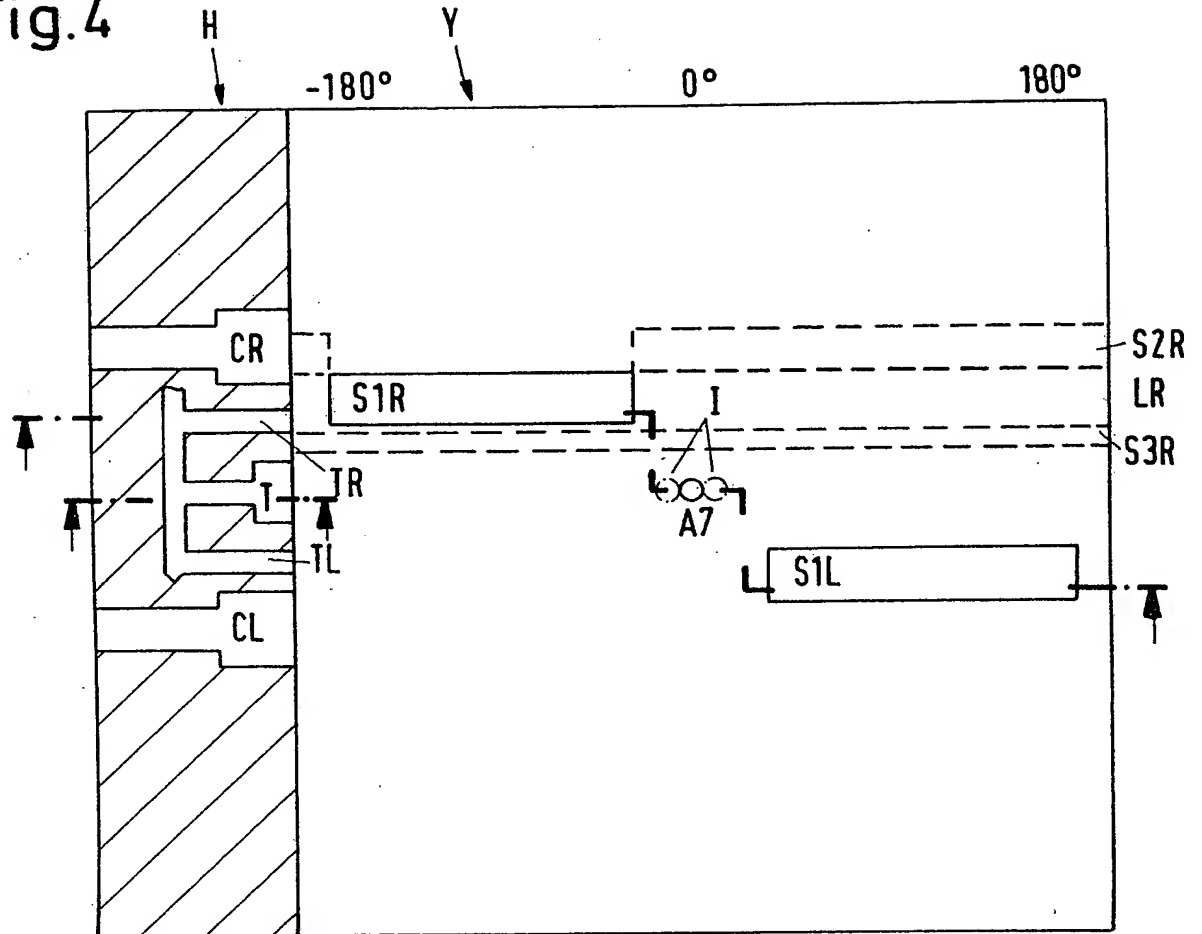


Fig.5

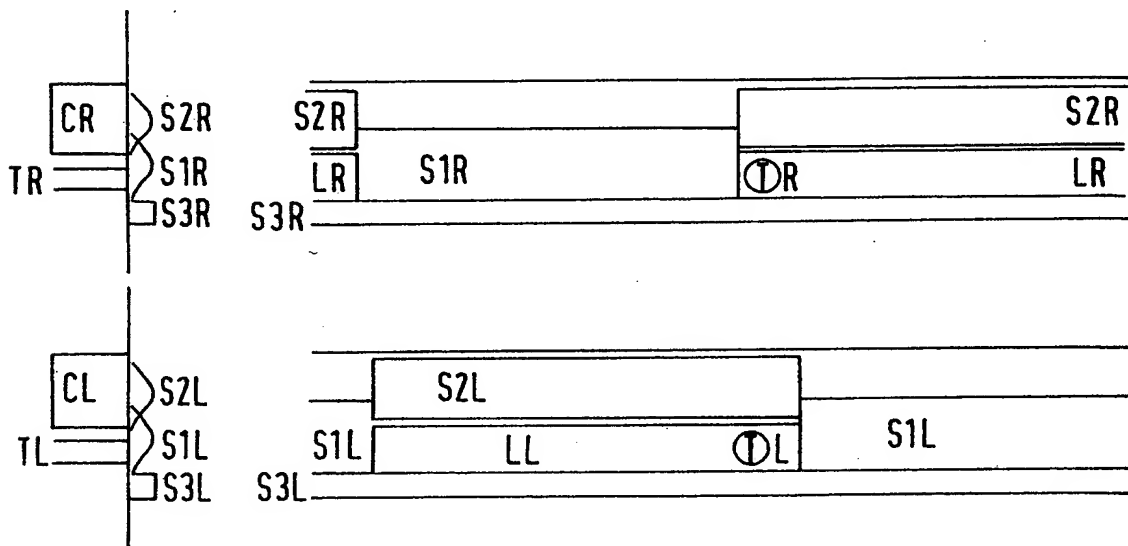


Fig.6a

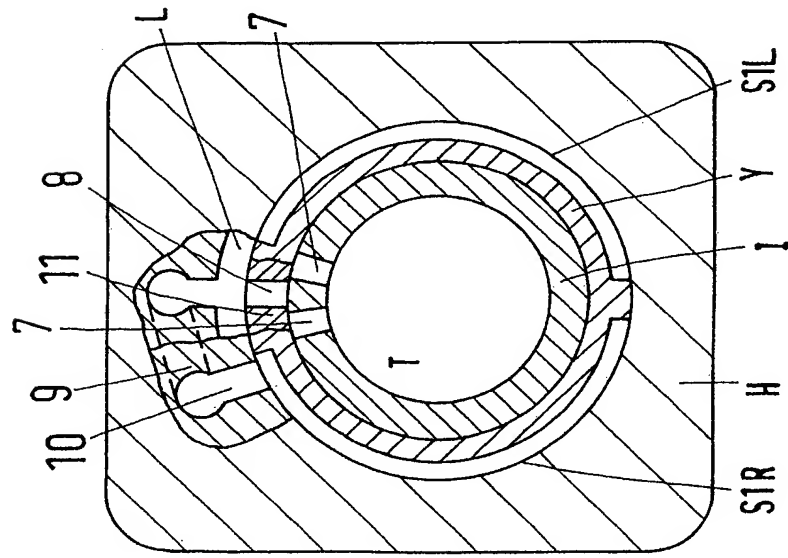


Fig.6b

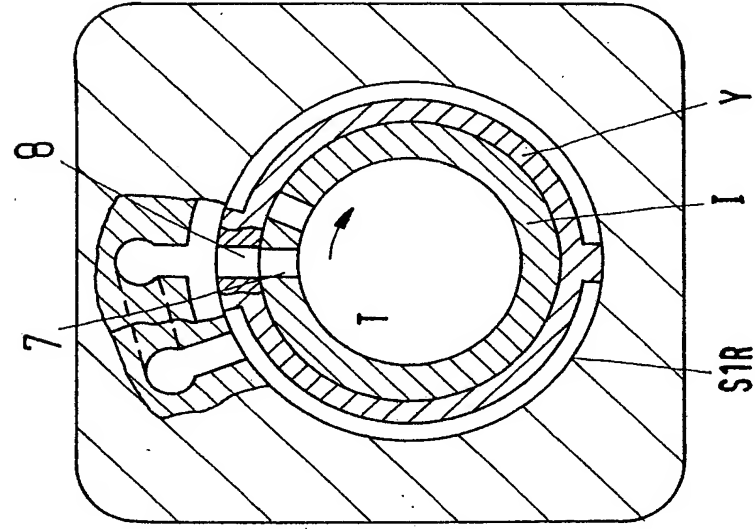
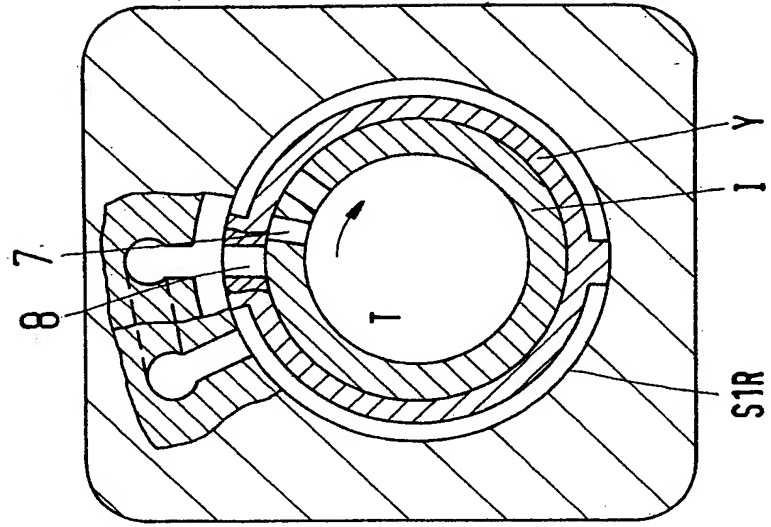


Fig.6c



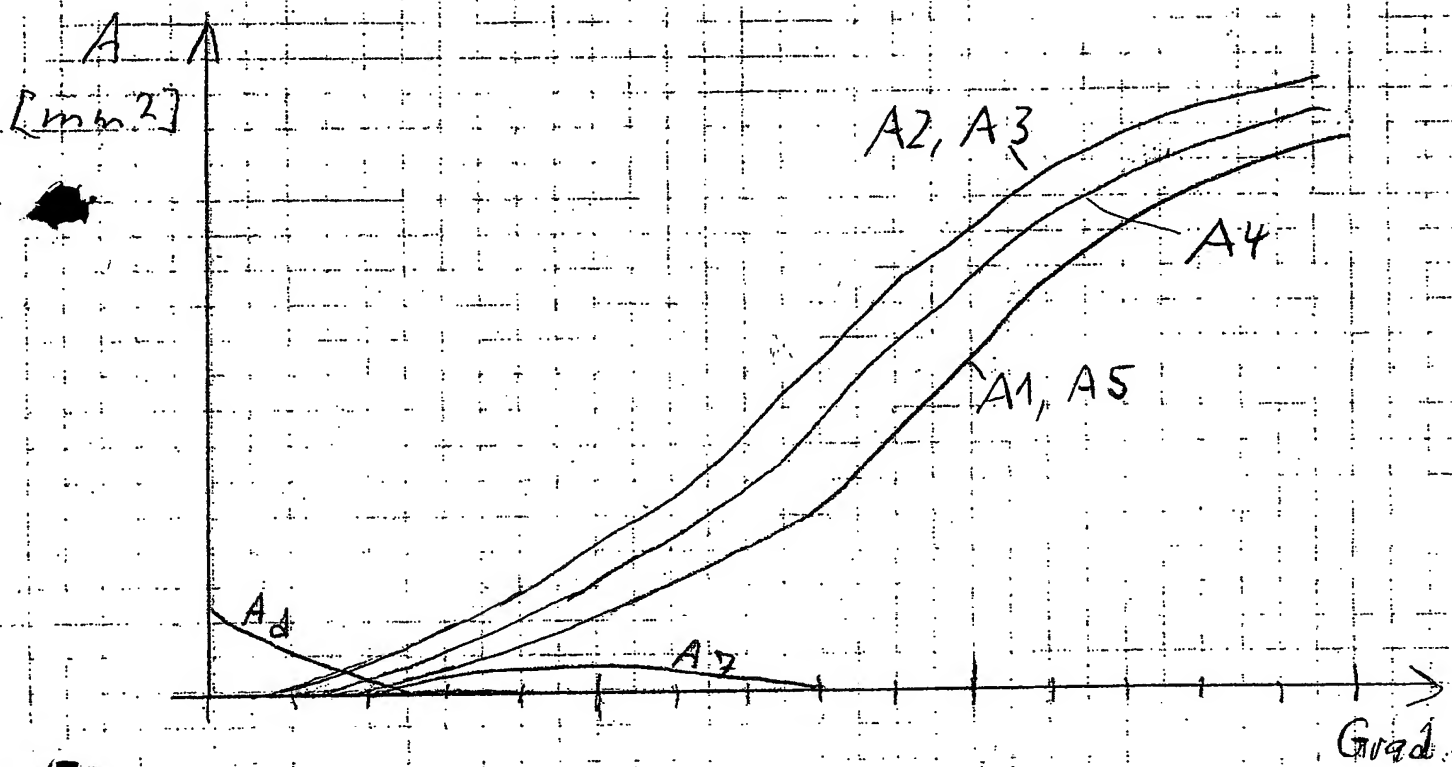


Fig. 7